

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219586

(43) 公開日 平成9年(1997) 8月19日

Higuchi et al
JP
09-219586

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K 3/38 1/02		7511-4E	H 0 5 K 3/38 1/02	A A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-22259

(22) 出願日 平成8年(1996) 2月8日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 樋口 和人

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 宮城 武史

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 斉藤 雅之

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 外川 英明

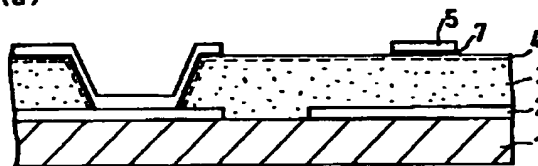
(54) 【発明の名称】 配線基板及びその製造方法

(57) 【要約】

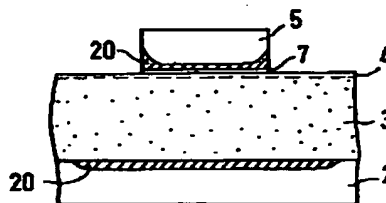
【課題】 高周波領域で損失の少ない伝送線を有する配線基板を提供することを目的とする。

【解決手段】 銅等の低抵抗金属配線層とポリイミド等の低誘電率を有する有機絶縁体層からなる配線基板において、前記金属配線と前記有機絶縁体との界面の一部に、極性ポリマーと前記絶縁体の共重合体である中間層を形成する。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】金属配線と有機絶縁体からなる配線基板であり、前記配線と前記絶縁体が接着する界面の一部に、極性ポリマーと前記絶縁体の共重合体からなる中間層が形成されていることを特徴とする配線基板。

【請求項2】前記極性ポリマーがスルホン基、カルボキシル基、フェノール性水酸基から選ばれる少なくとも一つの官能基を有することを特徴とする請求項1に記載の配線基板。

【請求項3】前記中間層の厚みが1nm以上ないし1μm以下の範囲にあることを特徴とする請求項1、2に記載の配線基板。

【請求項4】前記中間層の厚みが有機絶縁体層の厚さの1/10以下であることを特徴とする請求項1、2、3に記載の配線基板。

【請求項5】前記絶縁体は、エポキシ、テフロン、ポリイミド、ベンゾシクロブテンから選ばれる少なくとも一つの材料から構成されることを特徴とする請求項1、2、3、4に記載の配線基板。

【請求項6】前記配線は、銅、金、銀、アルミニウム、ニッケルから選ばれる少なくとも一つの材料から構成されることを特徴とする請求項1、2、3、4、5に記載の配線基板。

【請求項7】有機絶縁層表面に放射線、紫外線、プラズマのいずれかを照射し、この有機絶縁層表面を活性化する工程と、

前記有機絶縁層表面に極性モノマーを導入し、重合する工程と、

この重合した極性モノマー上に蒸着法、無電解めっき法から選ばれる少なくとも一つの方法で、金属配線層を形成する工程とを具備することを特徴とする配線基板の製造方法。

【請求項8】有機絶縁層表面に放射線、紫外線、プラズマのいずれかを照射し、この有機絶縁層表面を活性化する工程と、

前記有機絶縁層表面に極性モノマーを導入し、重合する工程と、

前記極性モノマーの重合物が形成されたあと、金属イオンを極性モノマーの重合物表面に吸着させる工程と、

前記吸着した金属イオンを還元して金属膜を形成する工程と、

前記金属膜を下地電極として電気めっきを行い金属配線層を成長させる工程とを具備することを特徴とする配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は配線基板及びその製造方法に係り、特に高周波領域で電気的特性に優れた配線基板とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、無線通信分野においては、従来特殊な用途にしか用いられていなかった数GHz以上の高周波領域が次々に民生用に開発されており、高性能で安価な高周波機器が求められている。

【0003】これにともない数GHzの電波を送受信する移動体通信端末では、効率がよく低消費電力なシステムを構築するために、回路基板には伝搬損失の小さい伝送線路が要求されている

このような要求に応えるためには、配線抵抗が低い配線材料と、誘電率が低く誘電損失が小さい誘電体材料を組み合わせた配線基板の開発が不可欠である。このような配線基板として、抵抗率が低い金属である銅、金、銀などの金属を配線材料として用い、誘電率が低いエポキシ、ポリイミド、ベンゾシクロブテンといった有機物を誘電体材料として用いた基板が各種開発されてきた。

【0004】しかしながら上記のような金属と誘電体の組み合わせは、両者の間の接着強度が低い組み合わせであり、加工中に金属と絶縁体が剥離しやすいため、基板を製造するためには金属と誘電体との間の接着強度を増加させることが重要であり、以下に従来の配線基板を例にあげる。

【0005】図7(a)は、基板1上に第1の金属配線2が形成され、有機絶縁体3を介して第2の金属配線5が形成された配線基板の断面図を示す。また図7(b)は、図7(a)の丸で囲まれた部分の拡大図である。この例では第2の金属配線5と有機絶縁体3とは、その界面を凹凸にしてアンカー効果により接着強度を増加させている。この方法は、金属配線5を形成する前段階で有機絶縁体3表面を機械的研磨やエッチングなどの化学的処理により、表面に数μm～数十μmの凸凹を形成したり、有機絶縁体3に対してエッチング効果を持つガスによるプラズマに暴露することにより、表面に数十～数百nmの凸凹を形成して、金属配線5と有機絶縁体3との接着強度を増加できる。

【0006】またスパッタリング法により金属配線5を有機絶縁体5表面に直接形成する場合は、特に金属配線5を形成する前段階で有機絶縁体3表面に凹凸を形成し粗面化しなくても比較的大きな接着強度が得られることが知られている。これはスパッターによる高エネルギー粒子が絶縁体に衝突し、金属配線5と有機絶縁体5との界面に自然に数十～数百nmの凸凹が形成されるためである。

【0007】また金属配線と有機絶縁体との接着強度の拡大を図る方法として、金属配線と有機絶縁体との間に比較的絶縁体との接着強度が大きい金属を中間層として形成する方法も多く用いられている。図8(a)はこのようにして形成された配線基板の断面図である。また図8(b)は図8(a)の丸で囲まれた部分の拡大図である。有機絶縁体3と第2の金属配線5との間には、比較的有機絶縁体3と接着力の大きい金属のクロムやチタン

が形成されている。こうすることで約5倍以上の接着強度が得られる。

【0008】以上のような方法を用いれば、金属配線と有機絶縁体との間の接着強度を大きくできるため、抵抗率が低い銅、金、銀、アルミニウム、ニッケル等の金属と誘電率・誘電損失が小さいエポキシ、テフロン、ポリイミド、ベンゾシクロブテン等の有機絶縁体とを組み合わせた配線基板を製造することができる。しかしながら、このような基板でも数十GHzの高周波領域では、表皮効果が顕著に現れるため伝搬損失が大きくなるという新たな問題が生じる。

【0009】ここで表皮効果について少し詳しく述べる。表皮効果とは高周波において電流が配線表面から配線内部に向かい指数的に減少する現象を言う。電流が表面電流の $1/e$ になる深さは表皮厚さ(δ)と呼ばれ、総電流の60%以上が δ 内を通過する。図9に電流の周波数(MHz)と表皮厚さ δ (μm)の関係を示す。

【0010】図9に示すように数GHz～数十GHzの信号は配線の表面から数百nm～数 μm の深さの極めて薄い領域に集中して流れることがわかる。そこで上記した有機絶縁体の表面に凹凸を形成する方法や、金属配線表面に接着層として高抵抗金属を形成する方法では、電流の流れる金属配線と、有機絶縁体の界面は良好な状態ではなく損失が極めて大きくなるという問題を生ずる。

【0011】例えば金属配線と有機絶縁体とが接触する界面に数十～数百nmの凸凹を形成する場合、数GHz～数十GHzの信号を流す際に、凸凹の大きさが電流の表皮厚さの10%程度になり、インピーダンスの不連続点が多く形成され、その結果損失が大きくなってしま

う。

【0012】また接着層として用いるクロムやチタン等の金属は一般に抵抗率が大きいので、表皮効果により電流がこの高抵抗の接着層に多く流れてしまい、上層に低抵抗の金属配線材料を用いても損失が大きくなってしま

う。このように従来の構造では数GHz以上の高周波信号に対して低損失な伝送線を有する配線基板を提供できないという問題があった。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】抵抗率が低い金属と誘電率・誘電損失が小さい有機絶縁体とを組み合わせた高周波対応の配線基板では、従来のように有機絶縁体表面に凸凹を形成する構造或いは接着層として高抵抗金属を設ける構造では、表皮効果により数GHz以上の高周波領域で伝搬損失が極めて大きいものであった。本発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、高周波領域で損失の少ない伝送線を有する配線基板を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明(請求項1)は、金属配線と有機絶縁体からな

る配線基板であり、前記配線と前記絶縁体が接着する界面の一部に、極性ポリマーと前記絶縁体の共重合物からなる中間層が形成されていることを特徴とする配線基板を提供する。

【0015】また本発明(請求項2)は、前記極性ポリマーがスルホン基、カルボキシル基、フェノール性水酸基から選ばれる少なくとも一つの官能基を有することを特徴とする配線基板を提供する。

【0016】また本発明(請求項3)は、前記中間層の厚みが1nm以上ないし1 μm 以下の範囲にあることを特徴とする配線基板を提供する。この場合、中間層は金属配線と有機絶縁体との接着強度を増加させるために用いるもので、中間層が薄い場合には極性ポリマーの密度が低くなり接着強度が低下するため、中間層は1nm以上の厚さが必要であり、中間層が厚い場合にはポリマー自体が破断し接着強度が低下するため、中間層は1 μm 以下の厚さが必要である

また本発明(請求項4)は、前記中間層の厚みが有機絶縁体層の厚さの1/10以下であることを特徴とする配線基板を提供する。

【0017】この場合、中間層の厚みは配線層間の有機絶縁体層の誘電率や誘電損失といった誘電特性を悪化させないために有機絶縁体層の厚さの1/10以下がよい。さらに好ましくは1/20以下がよい。

【0018】また本発明(請求項5)は、前記絶縁体は、エポキシ、テフロン、ポリイミド、ベンゾシクロブテンから選ばれる少なくとも一つの材料から構成されることを特徴とする配線基板を提供する。

【0019】また本発明(請求項6)は、前記配線は、銅、金、銀、アルミニウム、ニッケルから選ばれる少なくとも一つの材料から構成されることを特徴とする配線基板を提供する。

【0020】また本発明(請求項7)は、有機絶縁層表面に放射線、紫外線、プラズマのいずれかを照射し、この有機絶縁層表面を活性化する工程と、前記有機絶縁層表面に極性モノマーを導入し、重合する工程と、この重合した極性モノマー上に蒸着法、無電解めっき法から選ばれる少なくとも一つの方法で、金属配線層を形成する工程とを具備することを特徴とする配線基板の製造方法を提供する。

【0021】また本発明(請求項8)は、有機絶縁層表面に放射線、紫外線、プラズマのいずれかを照射し、この有機絶縁層表面を活性化する工程と、前記有機絶縁層表面に極性モノマーを導入し、重合する工程と、前記極性モノマーの重合物が形成されたあと、金属イオンを極性モノマーの重合物表面に吸着させる工程と、前記吸着した金属イオンを還元して金属膜を形成する工程と、前記金属膜を下地電極として電気めっきを行い金属配線層を成長させる工程とを具備することを特徴とする配線基板の製造方法を提供する。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。本発明者らは、誘電率が低い有機絶縁体としてエポキシ、テフロン、ポリイミド、ベンゾシクロブテン上に、抵抗の低い金属配線材料として銅、銀、金、アルミニウム、ニッケルを直接形成しても、接着強度を十分なものにするために種々検討したところ、有機絶縁体の表面に例えばスルホン基、カルボキシル基、フェノール性水酸基などの極性基を有するモノマー（極性モノマー）を共重合させることにより、前記極性基を有する極性ポリマーと前記絶縁体の共重合体である中間層が形成され、この上に直接、銅、銀、金、アルミニウム、ニッケルなどの低抵抗金属膜を形成しても、絶縁体と十分な接着強度が得られることを見出した。

【0023】さらに低抵抗金属配線膜の形成に蒸着法、無電解めっき法を用いれば接着界面の凸凹を小さくでき、高周波領域で表皮効果が生じて金属配線界面は良好な状態を保っているため、損失を最小に抑えることができる。

【0024】また、前記極性基のイオン交換能を利用して、ポリマー表面に銅イオンなどの金属イオンを吸着・還元すると有機絶縁体の表面に薄い金属膜を形成できる。これを、電気めっきの下地（カソード）電極として用いて電気めっきを行えば、簡単な設備でしかも短時間に配線金属を形成できる。

【0025】図1(a)は、本発明の配線基板に用いる配線構造の断面図である。図1(a)に示すように、配線基板は基板1の上に配線層が積み上げられて形成されている。1層目の金属配線2はBTレジン基板等からなる基板1上に銅により直接形成されている。この金属配線2上に10 μ m厚程度のベンゾシクロブテン(BCB)による有機絶縁体3が形成され、層間接合のためにビア穴が形成されている。この有機絶縁体3の表面は、BCBとアクリル酸との共重合体からなる中間層4になっており、その厚さは100nm以下である。

【0026】2層目の金属配線5も1層目と同様に銅で形成されているが、有機絶縁体3との界面には、BCBとアクリル酸との共重合体からなる中間層4を介しているため、金属配線5と有機絶縁体3との接着強度は非常に強い。

【0027】図1(a)では、1層目の金属配線2と2層目の金属配線5によりマイクロストリップ線路を形成している。図1(b)は高周波での表皮厚さを示した概念図である。数GHz以上の高周波領域では、マイクロストリップ線路を流れる電流は互いに対向する配線側の辺に集中し、表皮厚さ δ (図中符号20で示す部分)は数百nm~数 μ m程度になる。図に示されるように、表皮内には高抵抗な中間層はなく、しかも界面の凸凹は数nm以内であり表皮厚さ δ に比べて十分小さい。したがって、配線抵抗は十分に低く、表面の凹凸によるインビ

ーダンスの不連続点もないため低損失な伝送線路を実現できる。

【0028】次に図2から図4の(a)から(i)を用いて、本発明の配線基板の製造方法を説明する。まず、図2(a)に示すように例えばBT(ビスマスレイミド/トリアジン)樹脂、ポリイミド樹脂などを主成分とするラミネート基板1上に蒸着法、スパッタリング法、無電解めっき法などにより3 μ m厚の銅膜2を形成する。銅膜の形成前の処理として基板を濃硫酸、クロム酸あるいはこれらの混酸に浸漬したり、酸素と四フッ化炭素の混合ガスによるプラズマにより表面を暴露し、基板表面を改質すると基板と銅膜との接着強度は増加する。この場合、基板表面には中心粗さ100nm~1 μ mの凸凹ができるが、高周波領域では電流密度が減少する領域であるから伝送特性に影響を与えることはない。図1(b)に示すようにこの界面は表皮効果により電流が減少する領域である。

【0029】続いて、図2(b)に示すように、基板表面にレジストを塗布してレジスト膜6を形成し、露光・現像により必要な形状にパターニングする。そして銅膜を過硫酸アンモニウム、硫酸、およびエタノールを含む混合溶液でエッチングし、その後アセトンなどを用いてレジストを溶解・除去することにより図2(c)に示すような1層目の金属配線2を形成する。

【0030】次にこの基板1上に感光基を含有するベンゾシクロブテン(BCB)のワニスをスピンコートし、約15 μ m厚の塗膜を形成する。この後、80℃で20分間ベーキングを行い乾燥させ、露光・現像工程により層間接合用のビア穴を形成する。さらに250℃で60分間キュアすることにより、図3(d)に示すように膜厚10 μ mのBCB有機絶縁体層3を形成する。

【0031】次にこの基板を、増感剤(アントラキノン:0.3%)、極性モノマー(アクリル酸(AA):10%)を含むアセトン溶液に浸漬し、400Wの高圧水銀ランプにより60分間紫外線を照射する。このとき紫外線の他に放射線、プラズマも用いることが可能である。この後、基板を温水でリンスし、ホモポリマーを除去する。これらの処理によりBCB有機絶縁膜3表面には図3(e)に示すようなAAとBCBの共重合層4が形成される。

【0032】ここで共重合後の重量を調べた結果、重量増加はほとんど観測できなかったが、水に対する濡れ性が大幅に改善されたことより、共重合していることが判明した。

【0033】尚、ビア穴底の銅表面では共重合は生じずホモ重合しか起こらないため、リンス工程でのホモポリマー除去後、ビア穴底の銅表面には何の残留物も生じない。次にこの基板を硫酸銅溶液(硫酸銅5水和物:75g/L)に3分間浸漬し、銅イオンを吸着させる。カルボキシル基はカチオン交換基として知られているが、A

Aのグラフトポリマーにはカルボキシル基が高密度に存在するため、銅イオンがBCB有機絶縁体3表面を均一に覆う。

【0034】さらにこの基板を水素化ほう素ナトリウム溶液(1.5g/L)に5分間浸漬し、銅イオンを還元すると図3(f)に示すような薄い銅膜7を形成する。この銅膜7のシート抵抗は約200Ω/□であり、電気めっきを行うための下地電極として充分用いることがで*

硫酸銅5水和物

硫酸(比重1.84)

塩酸

ポリエチレングリコール(分子量約400,000)

チオキサンテート-s-プロパンスルホン酸

75g/L

180g/L

0.15mL/L

80ppm

40ppm

以上の条件でめっきを行った場合、めっき析出速度は約1μm/分であるため、所望の膜厚を3分という極めて短時間で形成できる。

【0037】さらに、図4(h)に示すように、銅膜5上にレジストを塗布してレジスト膜6を形成し露光・現像により必要な形状にパターニングする。そして銅膜を過硫酸アンモニウム、硫酸、およびエタノールを含む混合溶液でエッチングし、その後アセトンなどを用いてレジストを溶解・除去することにより図4(i)に示すような2層目の金属配線5を形成する。

【0038】以上のようにして本発明の配線基板を形成することができる。図5に、こうして得られた本発明による配線基板の2層目の金属配線5のピール強度(90°ピール)を、他の製法で得られるピール強度と比較したグラフを示す。グラフ中のプロセスAはBCB上に直接銅を蒸着して形成した場合、プロセスBはチタンを接着層(チタン膜厚:0.1μm)として用いて銅膜を形成した場合、プロセスCは蒸着前に酸素と四フッ化炭素の混合ガスのプラズマ処理を行い、BCB表面に凹凸を形成しこの上に銅膜を形成した場合、プロセスDはBCB上にスパッタリング法により直接銅膜を形成した場合をそれぞれ示している。尚、基板の製造上、必要な最低限のピール強度は約20g/cmであり、これ以下であるとめっき膜の内部応力により膜が基板より剥離してしまう。

【0039】プロセスAではピール強度は約5g/cmしか得られず、基板製造には不十分である。一方、プロセスB、C、Dではいずれも50g/cm以上のピール強度が得られる。本発明によるBCB上に形成した銅膜のピール強度は他の方法に比べ最も強い約180g/cmが得られ、基板製造に対して十分な接着強度を有していた。

【0040】図6に、図1(b)に示されるようなマイクロストリップ線路をプロセスB、C、Dおよび本発明による方法で形成し、その高周波における損失を測定・比較した結果を示す。

【0041】プロセスAでは基板製造中に銅膜がBCB※50

*きる。

【0035】次に図4(g)に示すように銅膜7上に電気めっきにより、銅膜5を3μm成長させる。電気めっきは通常の矩形水槽を用い、銅膜7をカソードとして液温25℃、電流密度4.5A/dm²でめっき液を攪拌しながら行う。めっき液としては下記の組成の溶液を使用することができる。

【0036】

※上から剥離してしまうためマイクロストリップ線路を形成することはできなかったためグラフから削除した。尚、測定周波数は20GHz、線路長さは14mmである。

【0042】図6に示されるように、本発明による線路の損失は他の方法のいずれよりも低く、他の方法に比べ28%~58%改善できた。また、本発明による基板製造方法では、電気めっき法の下地電極を銅イオンの吸着・還元工程で形成しているため、蒸着法、スパッタリング法、無電解めっき法に比べ約1/3の時間で形成できる。さらに、蒸着法、スパッタリング法に必要な真空設備や無電解めっき法に必要な付帯設備が必要ないため、従来にくらべ設備費を大幅に削減でき、基板製造コストを減少できる。

【0043】ここで、本発明では半導体チップを搭載する回路基板の配線を対象としたが、同様な目的で半導体チップ上の配線にも適用できる。さらに、金属配線材料は銅に限らず、金、銀、アルミニウム、ニッケルのいずれかを少なくとも一つ含む材料を用いることができる。また、有機絶縁材料としてはBCBに限らず、エポキシ、テフロン、ポリイミドのいずれかを少なくとも一つ含む材料を用いることができる。

また、絶縁体表面のグラフト化に用いる極性モノマーはアクリル酸に限らず、スルホン基カルボキシル基、フェノール性水酸基から選ばれる少なくとも一つの官能基を有する極性ポリマーを用いることができる。加えて、基板、増感剤、めっき液、めっき装置の材質、寸法、量などに関して種々変更して用いることができる。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、抵抗率が低い金属と誘電率・誘電損失が小さい有機絶縁体とを組み合わせた基板において、前記配線と前記絶縁体との界面の一部に、極性ポリマーと前記絶縁体の共重合体である中間層を形成することにより、金属配線と有機絶縁体との密着強度を向上させ、さらに高周波領域で損失の少ない伝送線路を有する配線基板を提供することを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の配線基板の断面図

【図2】 本発明の配線基板を製造する際の各工程を説明する断面図

【図3】 本発明の配線基板を製造する際の各工程を説明する断面図

【図4】 本発明の配線基板を製造する際の各工程を説明する断面図

【図5】 本発明の配線基板と従来の配線基板における有機絶縁体上の金属膜のピール強度を示す図

【図6】 本発明の配線基板と従来の配線基板における高周波での損失を示す図

【図7】 従来の配線基板の断面図

【図8】 従来の配線基板の断面図

【図9】 表皮効果における表皮厚さと周波数の関係を示す図

【符号の説明】

1…基板

2…金属配線

3…有機絶縁体

4…共重合層

5…金属配線

10 6…レジスト膜

7…電気めっき用下地金属薄膜

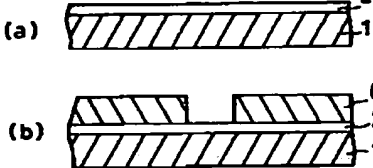
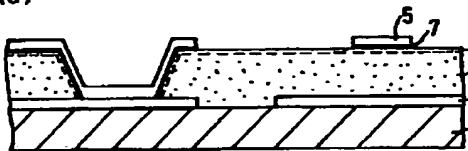
10…接着用金属薄膜

20…表皮効果における表皮厚さ

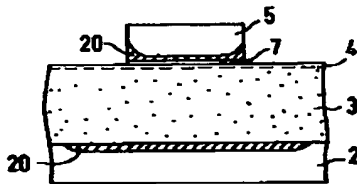
【図1】

【図2】

(a)



(b)



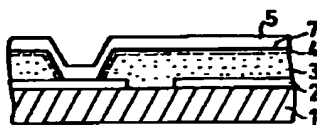
【図3】

【図4】

(d)



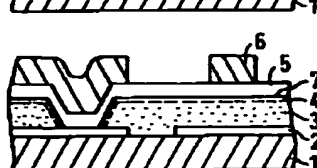
(g)



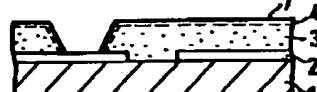
(e)



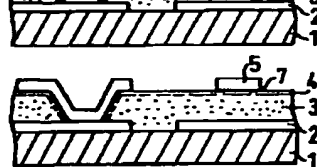
(h)



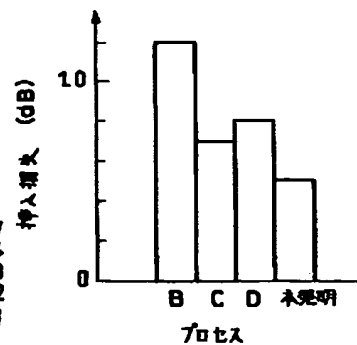
(f)



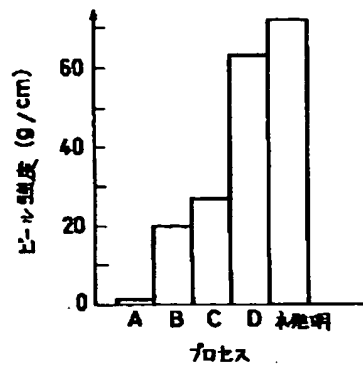
(i)



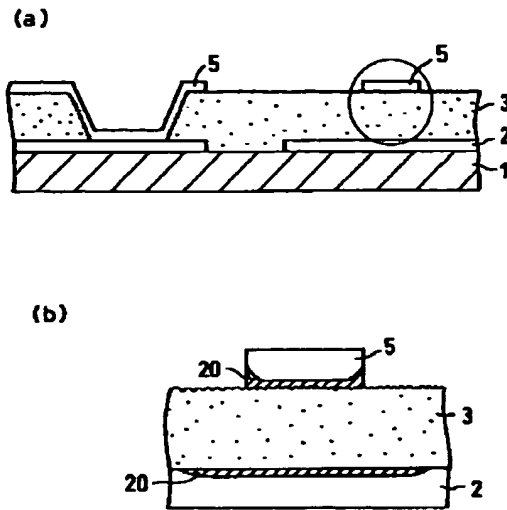
【図6】



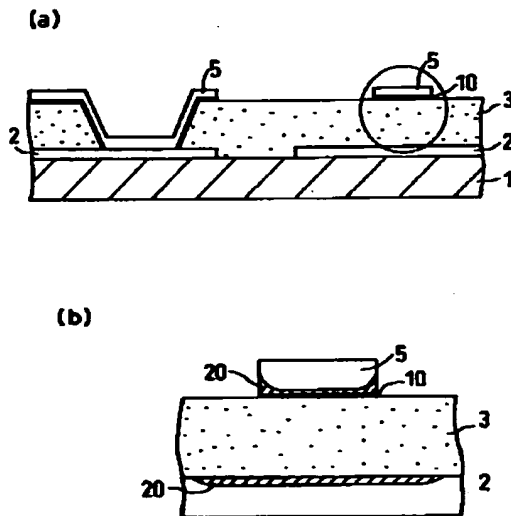
【図5】



【図7】



【図8】



【図9】

